ANALISIS PERBANDINGAN LOGIKA FUZZY DENGAN REGRESI LINEAR SEDERHANA SEBAGAI ALAT PERAMALAN PENGARUH NILAI UTS TERHADAP NILAI UAS MAHASISWA (STUDI KASUS : MAHASISWA MATEMATIKA BASIC SCIENCE)

SKRIPSI

BINTI SOLEKHAH
07134052

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS ANDALAS PADANG

2011

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan :

Nama : Binti Solekhah

No.Buku Pokok : 07134052

Jurusan : Matematika

Bidang : Matematika Terapan

Judul Skripsi : Analisis Perbandingan Logika Fuzzy Dengan Regresi Linear Sederhana Sebagai Alat Peramalan Pengaruh Nilai UTS Terhadap Nilai UAS Mahasiswa

Telah diuji dan disetujui skripsinya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) melalui ujian sarjana yang diadakan pada tanggal 07 Juli 2011berdasarkan ketentuan yang berlaku.

Pembimbing

Budi Rudianto, M.Si

NIP. 132169920

Penguji

1.

Narwen, M.Si

NIP.196704101997021001

2.

Izzati Rahmi HG, M.Si

NIP.197409281999032002

Mengetahui, Ketua jurusan Matematika

FMIPA Universitas Andalas

Dr. Syafrizal Sy

NIP. 196708071993091001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Assalamualaikum Wr Wb.......

Puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia- Nya serta kasih sayang dan kesehatan kepada hambanya. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW yang telah menyampaikan risalah dan syari'at Islam kepada umat manusia. Atas rahmat Allah, akhirnya penulis bisa menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Analisis Perbandingan Logika Fuzzy dengan Regresi Linear Sederhana Sebagai Alat Peramalan Pengaruh Nilai UTS Terhadap Nilai UAS Mahasiswa.** Skripsi ini merupakan syarat untuk mencapai gelar Sarjana Basic Science Jurusan Matematika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Andalas. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terselesainya skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ketua Jurusan Matematika, FMIPA UNAND. Bapak Dr. Syafrizal Sy selaku ketua jurusan Matematika FMIPA Universitas Andalas Padang.
2. Bapak Budi Rudianto, M.Si selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing dan memberi motifasi kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

3. Bapak Narwen, M.Si dan Ibu Izzati Rahmi HG, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Prof Dr. I Made Arnawa selaku Koordinator *Basic Science* Matematika yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Drs. Bukti Ginting selaku Penasihat Akademik yang telah memberi motivasi kepada penulis.
6. Dosen dan Staf Jurusan Matematika Universitas Andalas yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak (Wahyuno) dan Ibu (Subinem) terimakasih untuk setiap doa, cinta yang tak terhingga dan kasih sayang, terimakasih telah membimbing dan mengajarkan kehidupan, serta terimakasih atas segala kepercayaan, dukungan, materi, dan fasilitas.
8. Buat adek-adekku (Aribat Solichin dan Nur Aisyiah) makasih atas semua dukunganya, dan mudah-mudahan cepat menyusul.
9. Sahabat-sahabatku (Upi, Uci, Erni, Suji, Santi, Susti, Adex, Desi, Ms Aqus, Viki, Achye, Dini, Fitria, Vovy, Misbah, Rodi, Yogi) dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dan kuliah penulis dari awal sampai akhir.
10. Keluaga besar basic science 2007 semoga menjadi calon-calon guru yang baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Sehingga informasi tambahan, saran dan kritik untuk pengembangan lebih lanjut sangatlah penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bisa memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu matematika.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Padang, 7 Juli 2011

Binti Solekhah

ABSTRAK

ANALISIS PERBANDINGAN LOGIKA FUZZY DENGAN REGRESI LINEAR SEDERHANA SEBAGAI ALAT PERAMALAN PENGARUH NILAI UTS TERHADAP NILAI UAS MAHASISWA. Telah dilakukan kajian tentang teknik peramalan dengan menggunakan logika fuzzy dan analisis regresi linear sederhana. Dalam kajian ini dimisalkan variabel bebasnya adalah $\{X|x_1,x_2,x_3,...x_n\}$ dan variabel tak bebasnya adalah $\{Y|y_1, y_2, y_3,...y_n\}$. Variabel bebas X diasumsikan dengan fungsi keanggotaan Rendah, Standar dan Tinggi . Untuk variabel tak bebas Y diasumsikan fungsi keanggotaan adalah Minimum, Normal dan Maksimum. Dalam logika fuzzy ini, penalaran yang digunakan adalah penalaran fuzzy metode Mamdani. Sedangkan peramalan dengan metode statistika yang digunakan adalah regresi linear sederhana. Pada tulisan ini, dilakukan analisis perbandingan kedua metode pada peramalan pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS mahasiswa, dimana nilai error relatif rata-rata menggunakan logika fuzzy sebesar 46,251% sedangkan menggunakan regresi linear sederhana error relative rata-rata sebesar 29,565%. Hasil kajian menunjukkan bahwa jika data-data input dan output sudah tetap, maka untuk melakukan peramalan, lebih baik menggunakan analisis regresi.

Kata kunci : Analisis perbandingan, Logika Fuzzy, Regresi linear sederhana, Peramalan.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

Halaman

DAFTAR GAMBAR

Halaman

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi informasi sudah sedemikian pesat. Perkembangan yang pesat tidak hanya teknologi perangkat keras dan perangkat lunak saja, tetapi metode komputasi juga ikut berkembang. Salah satu metode komputasi yang cukup berkembang saat ini adalah sistem cerdas (*Artificial Intelligence*). Dalam teknologi informasi, sistem cerdas dapat juga digunakan untuk melakukan peramalan. Salah satu metode dalam sistem cerdas yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan adalah menggunakan logika fuzzy *(Fuzzy Logic)*.

Selama ini, metode peramalan secara konvensional yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel yang diramalkan (variabel tak bebas) dengan variabel lainya (variabel penjelas/variabel bebas) adalah menggunakan model-model regresi. Oleh karena itu, dicoba untuk dibandingkan kinerja metode konvensional analisis regresi linear sederhana dengan metode sistem cerdas, dalam hal ini adalah logika fuzzy. Dengan dapat dianalisisnya kinerja kedua sistem peramalan tersebut, maka *user* dapat memilih metode mana yang sebaiknya digunakan jika melakukan suatu proses peramalan.

Dalam kajian ini dimisalkan variabel bebasnya adalah $\{X|x_1,x_2,x_3,...x_n\}$ dan serta variabel tak bebasnya adalah $\{Y|y_1,y_2,y_3,...y_n\}$. Variabel bebas X

diasumsikan dengan fungsi keanggotaan rendah, standar dan tinggi sedangkan untuk variabel tak bebas *Y* diasumsikan fungsi keanggotaan adalah minimum, normal dan maksimum. Dalam logika fuzzy ini, penalaran yang digunakan adalah penalaran fuzzy metode Mamdani, sedangkan peramalan dengan metode statistik yang digunakan adalah regresi linear sederhana.

Pada kajian ini, akan diramalkan pengaruh nilai Ujian Tengah Semester (UTS) terhadap nilai Ujian Akhir Semester (UAS) mata kuliah statistika nonparametrik mahasiswa basic science.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah membandingkan peramalan pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS mahasiswa dengan menggunakan logika fuzzy dan regresi linear sederhana.

1.3 Batasan Masalah

Pada tulisan ini akan dibatasi permasalahanya pada peramalan menggunakan logika fuzzy dan analisis regresi linear sederhana dengan variabel bebasnya adalah nilai UTS (X) dan variabel tak bebasnya adalah nilai UAS (Y). Serta data yang digunakan adalah data hasil kuasioner.

1.4 Tujuan Penelitian

Tulisan ini bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan logika fuzzy dengan regresi linear sederhana terhadap peramalan pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS mahasiswa.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah :

1. BAB 1. Pendahuluan, pada bab ini dipaparkan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.
2. BAB II. Landasan teori, pada bab ini akan diuraikan tentang logika fuzzy dan regresi linear sederhana.
3. BAB III.Data dan metode, bab ini berisikan data dan metode yang digunakan dalam pengolahan data.
4. BAB IV. Pembahasan, berisikan analisis logika fuzzy dan regresi linear sederhana sebagai alat peramalan, pada bab ini akan dibahas peramalan dengan menggunakan logika fuzzy dan regresi linear sederhana kemudian dibandingkan kedua metode tersebut pada peramalan pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS mahasiswa..
5. BAB V. Kesimpulan, bab ini berisikan kesimpulan dari pembahasan masalah.

BAB II

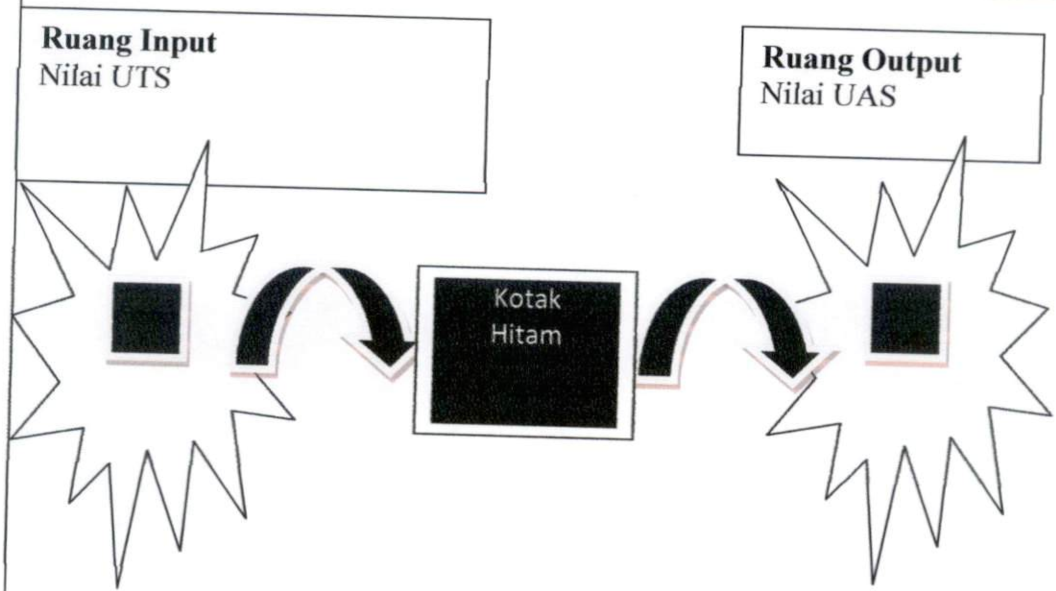
LANDASAN TEORI

2.1 Logika Fuzzy

Teori himpunan logika samar dikembangkan oleh ***Prof. Lofti Zadeh*** pada tahun 1965. ***Zadeh*** berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, ***Zadeh*** mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Tidak seperti logika *boolean*, logika fuzzy mempunyai nilai yang kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [1].

Secara umum, logika fuzzy dipandang sebagai suatu konsep/prinsip/metode dalam menyatakan perkiraan yang mendekati nilai sebenarnya. Secara khusus logika fuzzy dipandang sebagai suatu penyamarataan dari berbagai logika yang nilai kebenaranya memiliki banyak ragam.

Secara luas logika fuzzy adalah suatu wilayah terapan dari teori himpunan fuzzy, oleh karena logika fuzzy menggunakan konsep/prinsip/metode yang dikembangkan dalam teori himpunan fuzzy untuk merumuskan berbagai format yang mendekati nilai sebenarnya [2]. Selain itu *Fuzzy Logic* (Logika Fuzzy) atau biasa juga disebut dengan logika samar merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output didasari oleh konsep himpunan *fuzzy*. Sebagai contoh, peramalan pengaruh nilai UJian Tengah Semester (UTS) terhadap nilai Ujian Akhir Semester (UAS) mata kuliah statistika nonparametrik mahasiswa basic science. Salah satu contoh pemetaan suatu input-output dalam bentuk grafis, dapat dilihat pada Gambar 2.1.1 berikut:



Pemetaan Input-Output pada nilai statistika nonparametrik mahasiswa basic science

"Diberikan data pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS mata kuliah statistika nonparametrik mahasiswa basic science"

Gambar 2.1.1 Contoh Pemetaan input-output

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain [1]:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.

2. Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi non linier yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

2.1.1 Teori Himpunan Fuzzy

Pada Tahun 1965 Profesor **L.A. Zadeh** memperkenalkan teori himpunan fuzzy, yang secara tidak langsung mengisyaratkan bahwa tidak hanya teori probabilitas saja yang dapat merepresentasikan ketidakpastian. Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka sistematis yang digunakan untuk mempresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi dan kebenaran parsial [3].

1. Himpunan Klasik (*crisp*)

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A, yang sering ditulis dengan μ_A [x], memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.

2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

μ_A [x] adalah fungsi keanggotaan dari X dalam A. Fungsi keanggotaan memetakan tiap elemen dari X menjadi derajat keanggotaan antara 0 dan 1.

2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah [1].

Secara umum dalam sistem logika fuzzy terdapat 4 buah elemen dasar yaitu :

1. Basis kaidah *(Rule Base*) yang berisi aturan-aturan secara linguistik yang bersumber pada para pakar;
2. Suatu mekanisme pengambilan keputusan (*inference engine*) yang memperagakan bagaimana para pakar mengambil suatu keputusan dengan menerapkan pengetahuan (*knowledge*);
3. Proses fuzzifikasi (*fuzzification*) yang mengubah besaran tegas (*crisp*) kebesaran fuzzy;
4. Proses Defuzzifikasi (*defuzzification*) yang mengubah besaran fuzzy hasil dari *inference engine*, menjadi besaran tegas (*crisp*).

Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut [1]:

a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: muda, parobaya, tua.

b. Numerik, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 35 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy [1] :

a. Variabel *Fuzzy*

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy, seperti umur, temperatur, dsb.

b. Himpunan *Fuzzy*

Himpunana fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan riil yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri kekanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun bilangan negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

d. Domain

Domain adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

Semesti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

2.1.2 Fungsi Keanggotaan (*Membership Function*)

Profesor Zadeh memperoleh ide untuk menyajikan himpunan bilangan nyata (*riil*) guna menegaskan bahwa himpunan tersebut merupakan anggota atau bukan anggotanya dengan menentukan derajat keanggotaan (*grade of membership*).

Teknik penyajian himpunan fuzzy tersebut adalah dengan cara menggambarkan fungsi keanggotaan (*membership function*) . Proses ini dikenal dengan proses *fuzzifikasi*.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah melalui pendekatan fungsi.

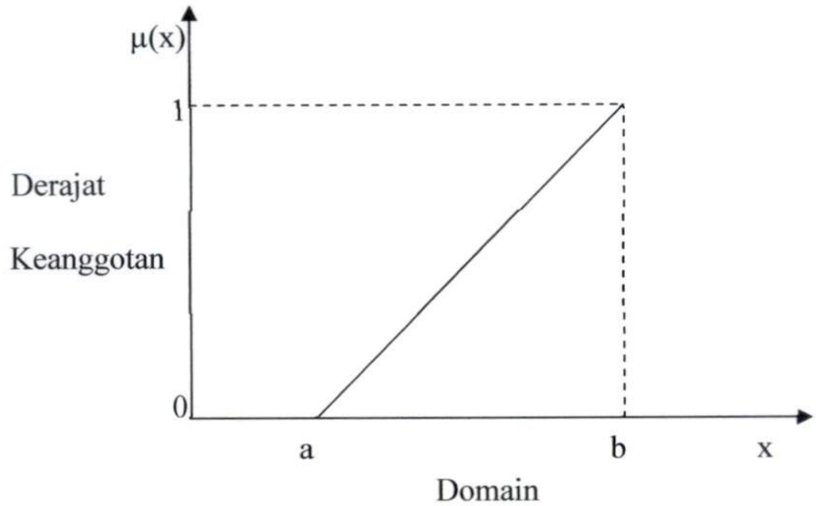
Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, yaitu [1]:

a. Representasi Kurva Linear

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 kemungkinan himpunan fuzzy linear yaitu :

1. Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan satu [1] seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.2.1 berikut:

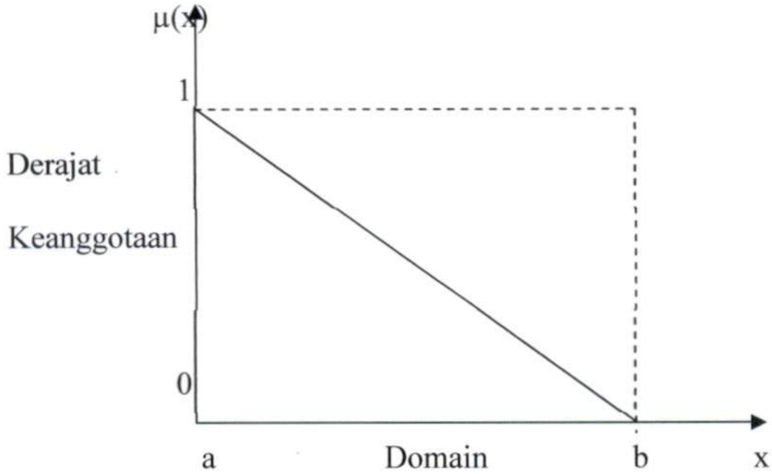


Gambar 2.1.2.1 Representasi Kurva Linier Naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0;\ x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}\ ;\ a \leq x \leq b \\ 1;\ x \geq b \end{cases} \quad \text{...(2.1.2.1)}$$

2. Merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun kenilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah, seperti terlihat pada Gambar 2.1.2.2 berikut:



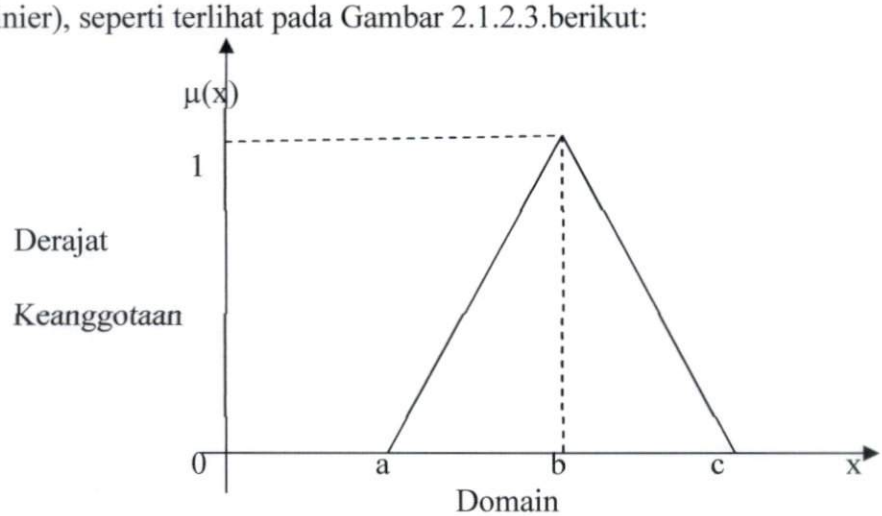
Gambar 2.1.2.2 Representasi Kurva Linear Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \qquad \text{(2.1.2.2)}$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier), seperti terlihat pada Gambar 2.1.2.3.berikut:



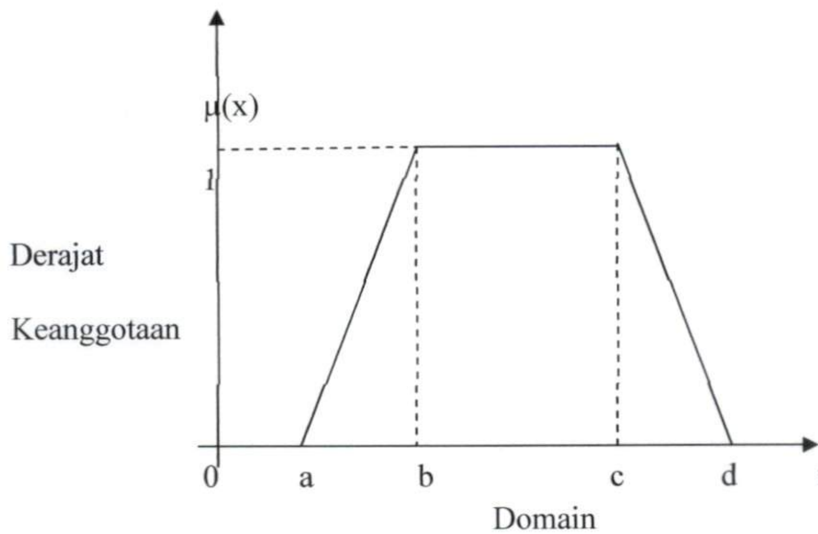
Gambar 2.1.2.3 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; \; x \leq a \; atau \; x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; \; a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; \; b \leq x \leq c \end{cases} \qquad ....(2.1.2.3)$$

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1, seperti terlihat pada Gambar 2.1.2.4 berikut:



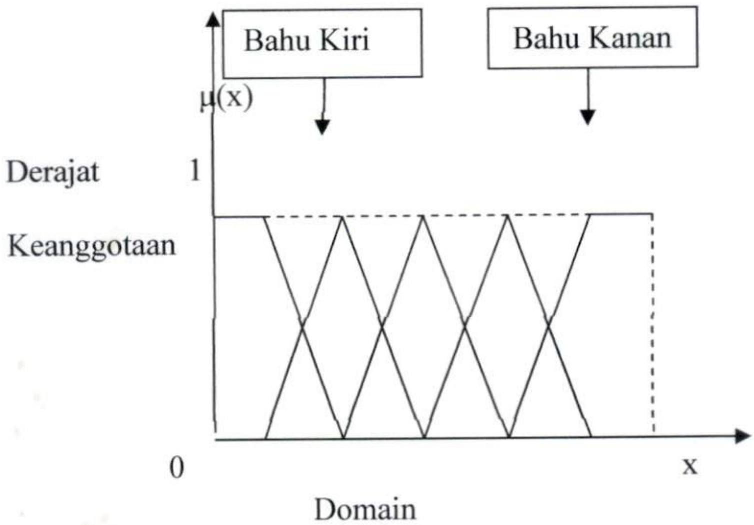
Gambar 2.1.2.4 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; x \leq a \; atau \; x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; \; c \leq x \leq d \end{cases} \qquad ....(2.1.2.4)$$

d. Representasi Kurva Bahu

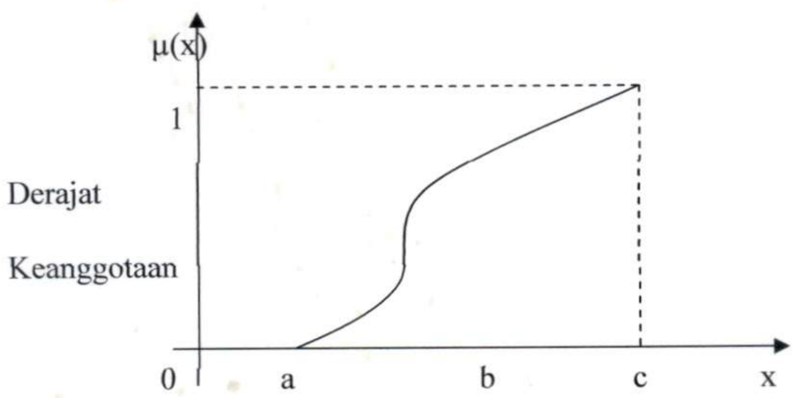
Representasi fungsi keanggotaan fuzzy dengan menggunakan kurva bahu pada dasarnya adalah gabungan dari kurva segitiga dan kurva trapesium. Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang pada salah sisi dari variabel fuzzy yang ditinjau ini terdapat nilai yang konstan, yaitu pada himpunan ekstrim kiri dan ekstrim kanan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.2.5



Gambar 2.1.2.5 Representasi Kurva Bahu

e. Representasi kurva s

Bentuk diagramatik *S-function* ditunjukkan pada Gambar 2.1.2.6 berikut :



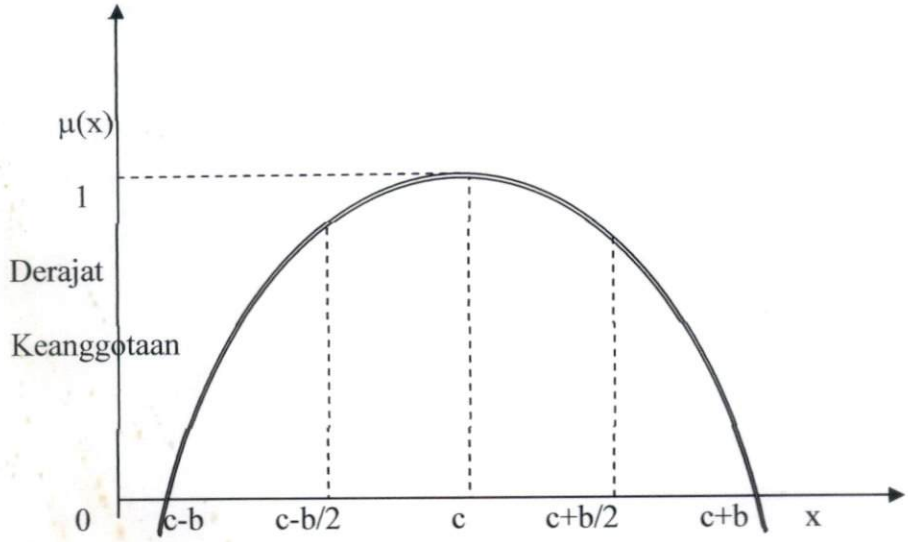
Gambar 2.1.2.6 Representasi Kurva S

Fungsi keanggotaan :

$$S(x; a, b, c) = \begin{cases} 0; x \leq a \\ 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2 ; a < x \leq b \\ 1 - 2\left(\frac{x-a}{c-a}\right)^2 ; b < x < c \\ 1; x \geq c \end{cases} \quad \text{.......................(2.1.2.6)}$$

f. Representasi Kurva π

Bentuk diagramatik *π-function* ditunjukkan pada Gambar 2.1.2.7 berikut:



Gambar 2.1.2.7 Representasi Kurva π (Phi)

Fungsi keanggotaan

$$\pi(x; b, c) = \begin{cases} S\left(x; c-b, c-\frac{b}{2}, c\right); x \leq c \\ 1 - S\left(x; c, c+\frac{b}{2}, c+b\right); x \geq c \end{cases} \quad \text{..................(2.1.2.7)}$$

2.1.3 Operator Dasar untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Seperti halnya himpunan konvensional, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi 2 himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau *α–predikat*.

Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh **Zadeh**, yaitu [1]:

1. **Operator AND**

   Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. *α-predikat* sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

   $\mu_{(A\cap B)} = \mathbf{min}(\mu_A(x), \mu_B(y))$ ……………………………………..(2.1.3.1)

2. **Operator OR**

   Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. *α-predikat* sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antarelemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

   $\mu_{(AUB)} = \mathbf{max}(\mu_A(x), \mu_B(y))$ ……...……………..…………………..…..(2.1.3.2)

3. **Operator NOT**

   Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen himpunan. *α-predikat* sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

   $\mu_{(A')} = 1 - \mu_A(x)$ ………………………………………………..(2.1.3.3)

2.1.4 Fungsi Implikasi

Pada umumnya aturan-aturan fuzzy dinyatakan dalam bentuk 'IF-THEN' yang merupakan inti dari relasi fuzzy. Relasi fuzzy ini disebut dengan *implikasi fuzzy* atau fuzzy implikasi. Relasi dalam pengetahuan dasar dapat didefinisikan sebagai himpunan pada implikasi fuzzy.

Tiap-tiap aturan atau proposisi pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah[1]:

IF x is A THEN y is B

dengan x dan y adalah skalar, A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti[1]:

IF(x_1 is A_1)=(x_2 is A_2)= (x_3 is A_3) = ...= (x_n is A_n) THEN y is B

dengan = adalah operator (misalkan : OR atau AND).

Untuk mendapatkan aturan 'IF-THEN' dapat dilakukan dengan cara menanyakan ke operator manusia yang dengan cara manual sudah mampu mengendalikan sistem tersebut, atau dikenal dengan istilah *premium export*. Cara ini merupakan cara langsung untuk mendapatkan aturan.

Secara umum, ada dua fungsi implikasi, yaitu [1]:

1. Min (*minimum*)

   Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.

2. Dot *(product)*

   Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy.

2.1.5 *Fuzzy Inference Sistem* (FIS)

Fuzzy inference sistem merupakan metode penarikan kesimpulan fuzzy. FIS merupakan proses pengolahan data dalam bentuk *crisp* input yang melalui beberapa tahapan dalam sistem fuzzy untuk menghasilkan data dalam bentuk *crisp* output.

Terdapat tiga metode *fuzzy inference sistem*, yaitu [1]:

1. **Metode Tsukamoto**

   Setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan *α-predikat.* Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

2. **Metode Mamdani**

   Sering dikenal dengan nama metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975.

   Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan[1]:

   1. Pembentukan himpunan fuzzy

      Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan.

   2. Aplikasi fungsi implikasi

      Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

   3. Komposisi aturan

Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy :

a. Metode Max (*maximum*)

Dalam metode Max solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakanya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikanya ke *output* dengan menggunakan operasi OR (*union*).

Secara umum dapat dituliskan :

$\mu_{df}[X_i]_= max(\ \mu_{df}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$...(2.1.5.1)

dengan:

$\mu_{df}[X_i]$= Nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[X_i]$= Nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

b. Metode *Additive* (SUM)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah fuzzy.

Secara umum dituliskan:

$\mu_{df}[X_i]_= min(\ 1, \mu_{df}[X_i] + \mu_{kf}[X_i])$..........................(2.1.5.2)

dengan:

$\mu_{df}[X_i]$= Nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[X_i]$= Nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

c. Metode Probabilistik OR

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah fuzzy.

Secara umum dituliskan :

$\mu_{df}[X_i]=(\mu_{df}[X_i]+\mu_{kf}[X_i])-(\mu_{df}[X_i]*\mu_{kf}[X_i])$......(2.1.5.3)

dengan:

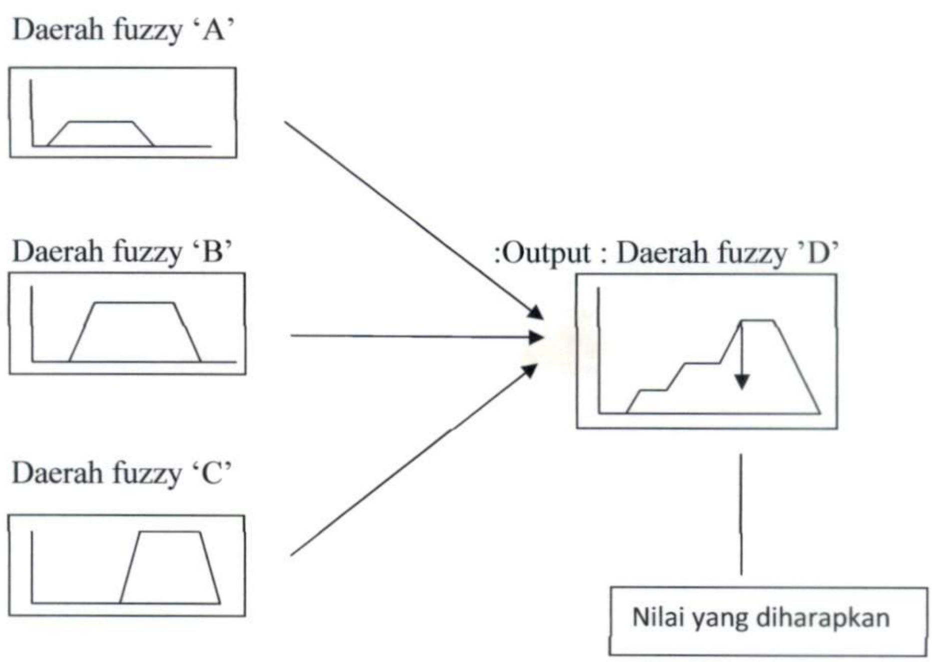
$\mu_{df}[X_i]$= Nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[X_i]$= Nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

4. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Defuzzyfikasi adalah proses pengubahan data-data fuzzy menjadi data-data numerik.

Input dari proses *defuzzifikasi* ini adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output seperti terlihat pada gambar 2.1.5.1



Gambar 2.1.5.1 Proses Defuzzifikasi

Ada Beberapa metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan MAMDANI, antara lain[1]:

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\int z\mu(z)dz}{\int \mu(z)dz} \quad (untuk\ variabel\ kontinu) \quad \text{.....................(2.1.5.4)}$$

$$z^* = \frac{\sum_{z=1}^{n} z_1\mu(z_1)}{\sum_{z=1}^{n} \mu(z_1)} \quad \text{(untuk variabel diskrit).........................(2.1.5.5)}$$

Nilai z^* inilah yang kemudian dinamakan dengan nilai $Y_{fuzzy.}$

b. Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan :

z_p sedemikian hingga $\int_{\Re 1}^{p} \varphi(z)dz = \int_{p}^{\Re n} \varphi(z)dz$ ....(2.1.5.6)

c. Metode *Mean of Maximun* (MOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Metode *defuzzyfikasi* pada komposisi aturan mamdani yang digunakan pada tulisan ini adalah metode Centroid (*Composite Moment*).

3. Metode Sugeno

Penalaran ini hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga metode ini sering dinamakan dengan metode TSK.

Menurut Cox (1994), metode TSK terdiri dari 2 jenis, yaitu [1]:

a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Bentuk Umum:

IF (X_1 is A_1) • (X_2 is A_2) • (X_3 is A_3) •.... • (X_N is A_N) THEN z = k

dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden, dan k adalah konstanta(tegas) sebagai konsekuen.

b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Bentuk Umum:

IF (X_1 is A_1) •....•(X_N is A_N) THEN $z = p_1 * x_1 + \ldots + p_N * X_N + q$

dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-I sebagai anteseden, dan pi adalah suatu konstanta ke-I dan q merupakan konstanta dalam konsekuen.

2.2 Regresi Linear Sederhana

2.2.1 Pengertian Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana adalah suatu analisis statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan beberapa variabel menurut bentuk hubungan persamaan linear eksplisit. Persamaan linear bentuk eksplisit adalah persamaan linear yang menempatkan suatu peubah secara tunggal pada salah satu persamaan.

Dalam analisis regresi sederhana, dikenal dua jenis variabel yaitu [5]:

- Variabel Respon disebut juga variabel *dependent* yaitu variabel yang keberadaannya dipengaruhi oleh variabel lainnya dan dinotasikan dengan Y.
- Variabel Prediktor disebut juga variabel *independent* yaitu variabel yang bebas (tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya) dan dinotasikan dengan X.

2.2.2 Struktur Data dalam Regresi Linear Sederhana

Misalkan dilakukan pengamatan atau observasi sebanyak n buah pengamatan dengan X sebagai variabel prediktor dan Y sebagai variabel respon. Struktur data untuk pengamatan ini adalah :

Tabel 2.2.2.1 Struktur Data Pengamatan

Observasi/Pengamatan	X	Y
1	X_1	Y_1
2	X_2	Y_2
- - -	- - -	- - -
N	X_n	Y_n

2.2.3 Model Regresi Linear Sederhana

Regresi linier dengan satu variabel prediktor diistilahkan dengan regresi linier sederhana, dengan model persamaan seperti pada (2.2.3.1).

$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$ ....(2.2.3.1)

dimana :

Y= Variabel respon

α = Intersep

β= Slope/kemiringan

X = Varibel prediktor

ε = Galat/error

α dan β disebut parameter model regresi

Jika model dirumuskan berdasarkan observasi :

$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i$

dengan:

Y_i= Nilai variabel respon pada observasi/pengamatan ke-i

X_i= Nilai variabel prediktor pada observasi/pengamatan ke-i

Nilai dugaan bagi model regresi adalah :

$Y = a + bX + e$

dimana :

a adalah penduga bagi α

b adalah penduga bagi β

e disebut residual/sisaan

2.2.4 Asumsi dalam Analisis Regresi Linear Sederhana

Dalam analisis regresi diasumsikan menyebar normal adalah residual e_i sehinga ada suatu pemikiran yang perlu di uji kenormalannya adalah residual, tetapi banyak juga yang melakukannya langsung terhadap data pengamatan, tepatnya terhadap peubah respon (peubah tak bebas Y). Keduanya sama saja karena berdasarkan sifat dari peubah acak yang menyebar normal, jika peubah tersebut menyebar normal maka kombinasi linearnya juga akan menyebar normal. Jadi jika residual menyebar normal maka Y juga menyebar normal karena Y adalah kombinasi linear dari residual e_i atau $Y_i = b_0 + b_1X_i + e_i$.

Di samping itu, dalam melakukan uji koefisien regresi atau koefisien korelasi biasa digunakan sebaran t atau untuk pengujian secara simultan digunakan sebaran f. Kedua sebaran tersebut diturunkan/berasal dari sebaran normal. Atau untuk lebih jelasnya sebaran t dibangkitkan dari rasio dua peubah acak yang menyebar normal baku dan sebaran khi-kuadrat, sedangkan sebaran f dibangkitkan dari rasio dua peubah acak yang masing-masing menyebar khi-kuadrat. Sebaran khi-kuadrat sendiri berasal dari sebaran normal baku (sebaran normal baku jelas berasal dari sebaran normal).

Berdasarkan informasi di atas, jika kita menghendaki hasil kajian yang benar dan terandalkan maka uji normalitas jelas perlu dilakukan sebelum analisis data dilakukan dan dapat dilakukan terhadap residual atau langsung pada peubah respon.

Untuk model regresi linear 1 variabel kita pergunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. X bukan peubah acak
2. ε_i menyebar normal
3. Cov (ε_i, ε_j)=0, ε_i, dan ε_j saling bebas
4. Var (ε_i) = σ^2 , ε_i memiliki ragam homogen

2.2.5 Pendugaan Parameter Model

Karena α dan β pada (2.2.3.2) merupakan parameter dari populasi yang tidak diketahui nilainya, maka seringkali didekati dengan b_0 dan b_1 sebagai penduga parameternya. Salah satu metode yang digunakan untuk menduga model regresi adalah Metode Kuadrat Terkecil, Pendugaan model regresi dengan jalan meminimumkan Jumlah kuadrat Sisaan (JKS). Dengan menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (MKT) untuk model :

$\underline{Y} = X\underline{\beta} + \varepsilon$

dengan dugaan modelnya :

$\underline{Y} = X\underline{b} + e$ ....(2.2.5.1)

Nilai b_0 dan b_1 dicari melalui metode kuadrat terkecil (*least square),* yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat simpangan (s) seperti pada (2.2.5.2) sampai (2.2.5.4).

$$s = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_1)^2 \qquad \text{.........................(2.2.5.2)}$$

Selanjutnya, (2.2.5.2) di diferensiasikan terhadap β_0 dan β_1 seperti (2.2.5.3) dan (2.2.5.4).

$$\frac{\vartheta s}{\vartheta \beta_0} = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - ß_0 - ß_1 x_1) \quad \text{.................................}(2.2.5.3)$$

$$\frac{\vartheta s}{\vartheta \beta_0} = -2\sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - ß_0 - ß_1 x_1) \text{.................................}(2.2.5.4)$$

Selanjutnya b_0 dan b_1 distubtitusikan ke β_0 dan β_1 pada (2.2.5.3) dan (2.2.5.4) dan hasilnya sama dengan nol sehingga menjadi (2.2.5.5) dan (2.2.5.6)

$$\sum_{i=1}^{n}(y_i - b_0 - b_1 x_1) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n}(y_i - nb_0 - b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i) = 0 \text{.................................}(2.2.5.3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i(y_i - b_0 - b_1 x_1) = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n}(x_i y_i - b_0 \sum_{i=1}^{n} x_i - b_1 x_i^2) = 0 \text{.................................}(2.2.5.4)$$

Substitusi dari (2.2.5.3) dan (2.2.5.4) menghasilkan nilai b_1 dan b_0 seperti pada (2.2.5.5) dan (2.2.5.6).

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \lfloor \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i \rfloor / n}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2 / n} \text{.................................}(2.2.5.5)$$

$$b_0 = \overline{y} - b_1 \overline{x} \text{.................................}(2.2.5.6)$$

2.3 Analisis Perbandingan

Dalam tulisan ini analisis perbandingan yang digunakan adalah dengan menghitung *error* relatif masing-masing metode. Kesalahan mutlak dari suatu angka, pengukuran atau pengitungan adalah perbedaan numerik nilai sesungguhnya terhadap nilai pendekatan yang diberikan atau yang diperoleh dari hasil perhitungan/pengukuran. Persentase *error* relatif dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$\varepsilon = \left|\frac{Ns-Np}{Ns}\right| x\ 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2.3.1)$$

Dimana :

ε = *error* relatif

Ns = Nilai sesungguhnya/sebenarnya

Np = Nilai pendekatan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Sesuai dengan kebutuhan dalam penelitian ini, langkah-langkah penelitianya adalah sebagai berikut :

3.1 Menurunkan Persamaan Model

a. Untuk Logika Fuzzy

1. X sebagai input serta representasi fungsi keanggotaan variabel bebas dan Y variabel tak bebas sebagai output.
2. Input yang diperlukan yaitu mengisi ukuran *range* dan memilih tipe fungsi keanggotaan input X serta parameter yang diperlukan. Hal serupa yang dilakukan untuk variabel tak bebas Y.
3. Kemudian tentukan representasi fungsi keanggotaan kemudian *defuzzifikasi* pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan metode *centroid.*

b. Untuk Regresi Linear

Pada regresi linear, rumus yang sangat berperan adalah :

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x$$

Input X dan Y untuk menentukan peramalan dengan regresi linear.

3.2 Menentukan Analisis Kebutuhan

Sistem yang baik adalah suatu sistem yang benar, efisien dan mudah pengoperasiannya serta menarik. Agar tercapai tujuan membangun sistem yang baik, maka perlu disusun analisis kebutuhan yang meliputi :

1. Kebutuhan input

Input yang diperlukan yang sesuai dengan persamaan (2.1.2.1), (2.1.2.2), (2.1.2.3) yaitu mengisi ukuran *range* dan memilih *type* fungsi keanggotaan input X serta parameter yang diperlukan. Hal serupa juga dilakukan untuk variabel tak bebas Y. Hal yang sama input X dan Y untuk menentukan peramalan dengan regresi linear.

2. Kebutuhan proses.

Adapun prosedur pemrogramannya adalah :

1. Menentukan input maupun output yang akan digunakan dalam membangun logika fuzzy, yaitu membuat FIS Editor input X serta output Y.
2. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel input X.
3. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel output Y.
4. Menyusun aturan fuzzy.
5. *Defuzzy*fikasi pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan metode *centroid.*
6. Menghitung konstanta b_1, b_2.
7. Menghitung peramalan Y.

3. Kebutuhan output.

Sesuai dengan prinsip membangun sistem, maka peranan output juga penting. Dalam tulisan ini output dihasilkan jika sudah dimasukkan nilai-nilai input.

4. Kebutuhan *Software*

Adapun *software* yang digunakan untuk membangun sistem logika fuzzy menggunakan matlab dan pengolahan regresi linear menggunakan Minitab.

5. Pembuatan Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini telah dilaksanakan metode perancangan, yaitu perancangan fungsi-fungsi keanggotaan, perancangan aturan fuzzy, perancangan prosedur dan perancangan tampilan (antar muka)

Berikut algoritma perancangan sistem fuzzy dengan metode Mamdani:

1. Tentukan variabel-variabel yang menjadi input dan output.
2. Tentukan himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel input dan output.
3. Bentuk fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy dengan menggunakan pendekatan linear, dan tentukan interval tiap-tiap variabel.
4. Bentuk aturan fuzzy sesuai dengan logika alami menggunakan operator fuzzy AND untuk mengkombinasi himpunan fuzzy.
5. Gunakan fungsi implikasi Min untuk semua aturan yang telah dibuat.
6. Lakukan komposisi semua output fuzzy menggunakan metode Max.
7. Lakukan defuzzyfikasi menggunakan metode *centroid*.

BAB IV

PEMBAHASAN

Dalam tulisan ini data diperoleh dari hasil nilai ujian mata kuliah statistika nonparametrik pengaruh nilai Ujian Tengah Semester (UTS) terhadap nilai Ujian Akhir Semester (UAS) mahasiswa matematika Basic Science, dimisalkan variabel bebasnya adalah nilai UTS sebagai X dan variabel tak bebasnya adalah nilai UAS sebagai Y. Pada logika fuzzy variabel X diasumsikan dengan himpunan fuzzy rendah, standar dan tinggi. Untuk variabel tak bebas Y diasumsikan dengan himpunan fuzzy minimum, normal dan maksimum. Aturan fuzzy yang digunakan ada 6 aturan. Dalam logika fuzzy ini, penalaran yang digunakan adalah penalaran fuzzy metode Mamdani, sedangkan peramalan dengan metode statistika yang digunakan adalah regresi linear sederhana.

4.1 Gambaran Umum Data

Dalam tulisan ini data yang digunakan adalah data pengaruh nilai ujian UTS mata kuliah statistika nonparametrik matematika basic science terhadap nilai UAS. Dimana data-data tersebut cukup representatif jika digunakan dalam logika fuzzy maupun dalam regresi linear sederhana. Suatu data pengaruh nilai UTS (X) terhadap nilai UAS (Y) mahasiswa adalah seperti Tabel 4.1.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1.1

Pengaruh Nilai UTS Terhadap Nilai UAS Mahasiswa Basic Science

Mahasiswa	X	Y
1	80	65
2	55	51
3	100	100
4	87	100
5	100	100
6	52	44
7	75	66
8	100	83
9	58	81
10	35	49
11	88	85
12	82	96
13	70	85
14	100	64
15	53	45
16	80	90
17	100	81
18	60	80
19	70	64
20	63	36
21	67	83
22	55	50
23	58	56
24	78	68
25	57	48
26	58	58
27	58	39
28	68	24
29	57	81
30	90	100
31	72	76
32	75	50
33	55	20
34	25	16
35	45	20

4.2 Analisis Logika Fuzzy Sebagai Alat Peramalan

4.2.1 Perancangan Sistem Logika Fuzzy

Sistem inferensi logika fuzzy (*fuzzy inference system*) yang dipakai dalam perancangan ini menggunakan metode Mamdani dengan variabel input, output, dan metode *centroid* sebagai defuzzyfikasi.

Berikut algoritma perancangan sistem fuzzy dengan metode Mamdani:

1. Tentukan variabel-variabel yang menjadi input dan output.
2. Tentukan himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel input dan utput.
3. Bentuk fungsi keanggotaan untuk himpunan fuzzy dengan menggunakan pendekatan linear, dan tentukan interval tiap-tiap variabel.
4. Bentuk aturan fuzzy sesuai dengan logika alami menggunakan operator fuzzy AND untuk mengkombinasi himpunan fuzzy.
5. Gunakan fungsi implikasi Min untuk semua aturan yang telah dibuat.
6. Lakukan komposisi semua output fuzzy menggunakan metode Max.
7. Lakukan defuzzyfikasi menggunakan metode *centroid.*

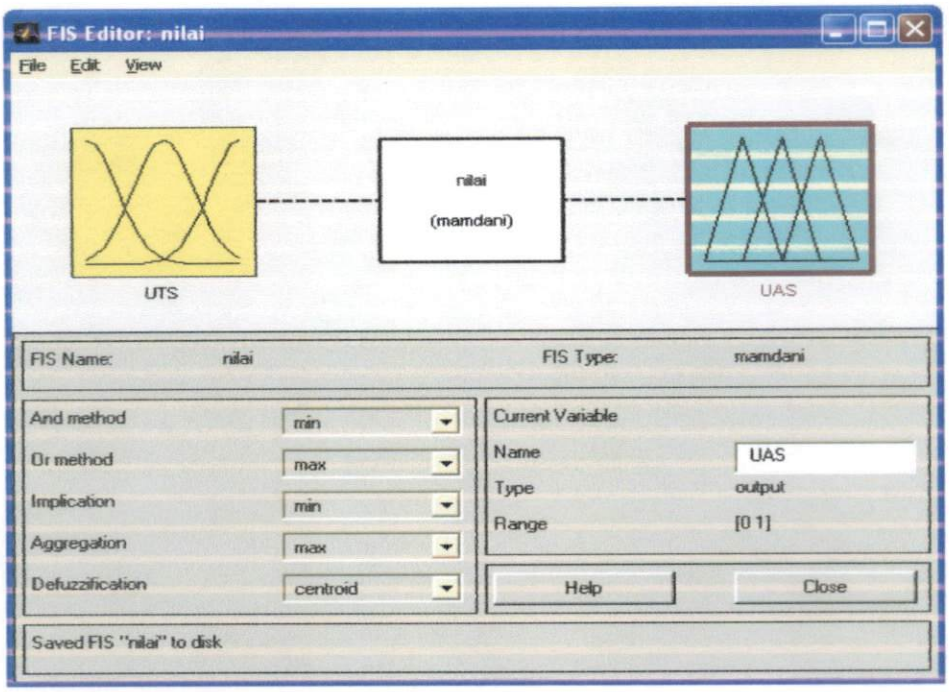
4.2.1.1 Penentuan Variabel Fuzzy

Variabel input dan output dalam logika fuzzy dapat dilihat dari Tabel berikut :

Tabel 4.2.1.1.1 Penentuan Variabel dan Semesta Pembicaraan

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Nilai UTS	25 – 100
Output	Nilai UAS	16 – 100

Variabel-variabel input dan output dalam fuzzy *toolbax* matlab dapat dilihat pada Gambar 4.2.1.1.1 berikut :



Gambar 4.2.1.1.1 Variabel Input dan Output dalam Fuzzy Toolbox Matlab.

4.2.1.2 Himpunan Fuzzy

Berikut dapat dilihat himpunan fuzzy untuk masing-masing variabel input dan variabel output:

Tabel 4.2.1.2.1 Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	Nilai UTS	Rendah	25 - 100	25 – 53,125
		Standar		43,75 – 81,25
		Tinggi		71,875 – 100
Output	Nilai UAS	Minimum	16 - 100	16 – 47,5
		Normal		37 – 79
		Maksimum		68,5 – 100

4.2.1.3 Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy

Pada form input parameter data X diberikan contoh masukkan seperti dibawah ini untuk menguji output yang dihasilkan.

Untuk semesta pembicaraan atau *range* X, antara 25 - 100

X Rendah

Batas bawah (a) : 25

Batas atas (b) : 53,125

X Standar

Batas bawah (a) : 43,75

Batas Tengah(b) : 62,5

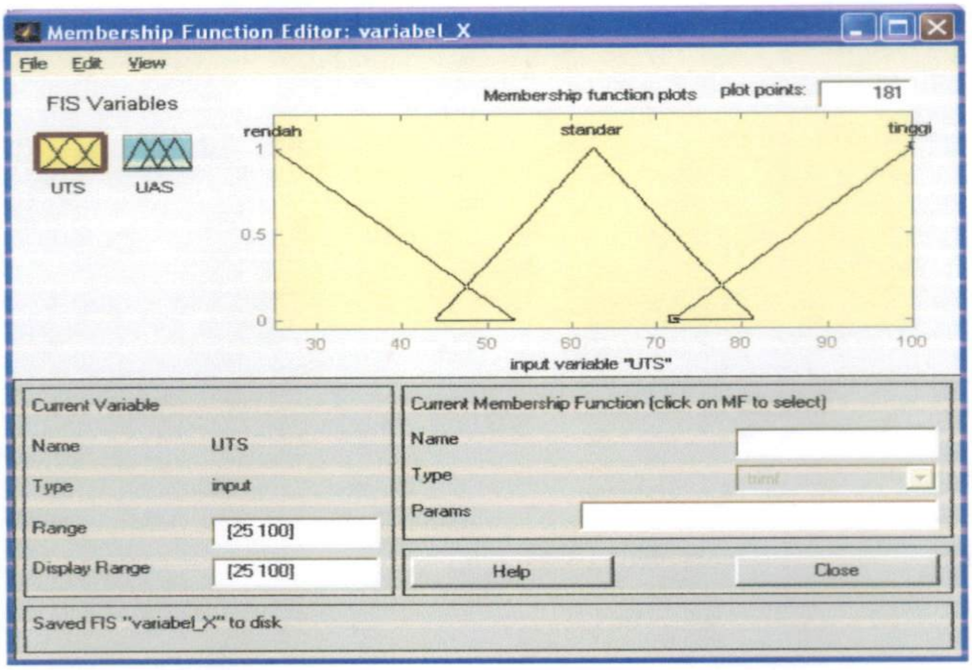
Batas atas (c) : 81,25

X Tinggi

Batas bawah (a) : 71,875

Batas atas (b) : 100

Variabel X (Nilai UTS) terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu rendah, standar, dan tinggi. Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh *user*, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaannya masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel rendah menggunakan kurva linear turun, variabel standar menggunakan kurva linear segitiga,dan untuk variabel tinggi menggunakan kurva linear naik. Adapun kurva variabel X tersebut digambarkan pada Gambar 4.2.1.3.1:



Gambar 4.2.1.3.1 Kurva Membership Function Variabel X

Fungsi keanggotaan variabel X :

$$\mu_{rendah}(X) = \begin{cases} 1; X \leq 25 \\ \frac{53{,}125 - X}{28{,}125}; 25 \leq X \leq 53{,}125 \\ 0; X \geq 53{,}125 \end{cases}$$

$$\mu_{standar}(X) = \begin{cases} 0; X \leq 43{,}75 \; atau \; X \geq 81{,}25 \\ \dfrac{X - 43{,}75}{18{,}75}; 43{,}75 \leq X \leq 62{,}5 \\ \dfrac{81{,}25 - X}{18{,}75}; 62{,}5 \leq X \leq 81{,}25 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(X) = \begin{cases} 0; X \leq 71{,}875 \\ \frac{X - 71{,}875}{28{,}125}; 71.875 \leq X \leq 100 \\ 1; X \geq 100 \end{cases}$$

Pada *Form Input Parameter* data batas variabel Y, diberikan contoh masukan seperti dibawah ini untuk menguji output yang dihasilkan.

Untuk semesta pembicaraan atau range *Y* antara 16 - 100

Y Minimum

Batas bawah (a) : 16

Batas atas (b) : 47,5

Y Normal

Batas bawah (a) : 37

Batas tengah (b) : 58

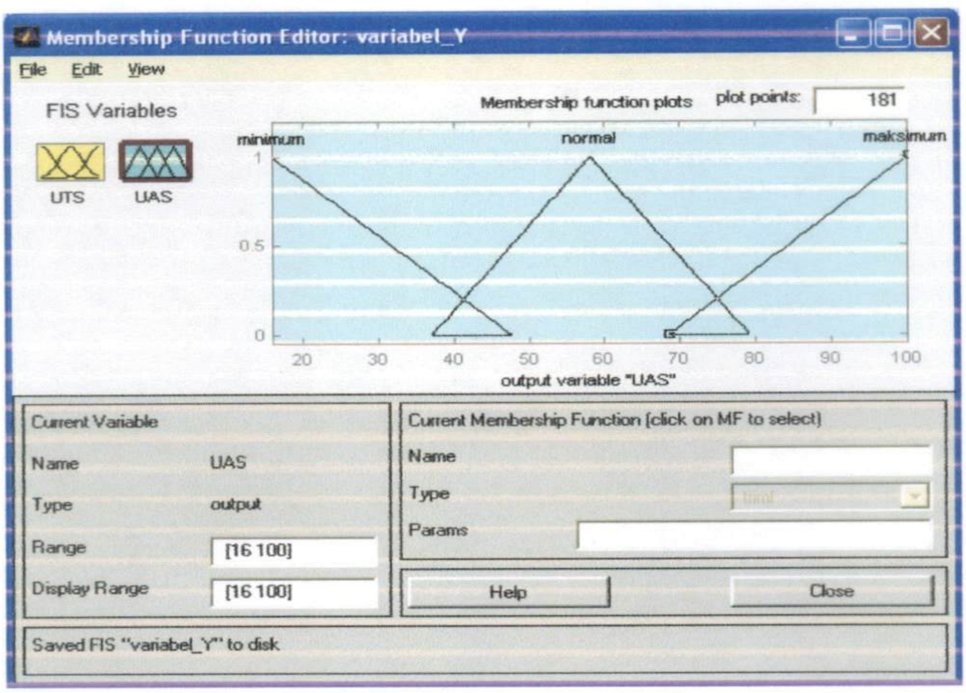
Batas atas (c) : 79

Y Maksimum

Batas bawah (a) : 68,5

Batas atas (b) : 100

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh *user*, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel minimum menggunakan kurva linear turun, variabel normal menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel maksimum menggunakan kurva linear naik. Adapun kurva variabel Y tersebut digambarkan pada Gambar 4.2.1.3.2



Gambar 4.2.1.3.2 Kurva Membership Function Variabel Y

Fungsi keanggotaan variabel Y;

$$\mu_{minimum}(Y) = \begin{cases} 1; Y \leq 16 \\ \dfrac{47{,}5 - Y}{31{,}5}; 16 \leq Y \leq 47{,}5 \\ 0; Y \geq 47{,}5 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(Y) = \begin{cases} 0;\ Y \leq 37\ atau\ Y \geq 79 \\ \dfrac{Y - 37}{21}; 37 \leq Y \leq 58 \\ \dfrac{79 - Y}{21}; 58 \leq Y \leq 79 \end{cases}$$

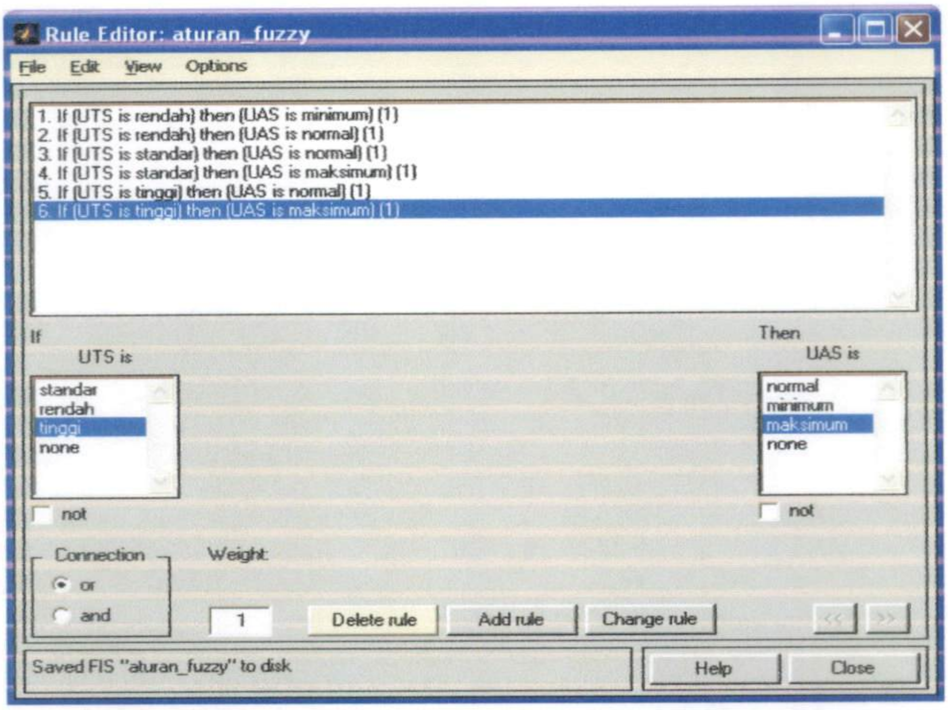
$$\mu_{maksimum}(Y) = \begin{cases} 0; Y \leq 68{,}5 \\ \dfrac{Y - 68{,}5}{5{,}31};\ 68{,}5 \leq Y \leq 100 \\ 1; Y \geq 100 \end{cases}$$

4.2.1.4 Aturan Fuzzy

Dalam tulisan ini, aplikasi operator fuzzy dirumuskan sendiri terdiri dari 6 aturan fuzzy, yaitu:

1. Jika nilai UTS RENDAH maka nilai UAS MINIMUM
2. Jika nilai UTS RENDAH maka nilai UAS NORMAL
3. Jika nilai UTS STANDAR maka nilai UAS NORMAL
4. Jika nilai UTS STANDAR maka nilai UAS MAKSIMUM
5. Jika nilai UTS TINGGI maka nilai UAS NORMAL
6. Jika nilai UTS TINGGI maka nilai UAS MAKSIMUM

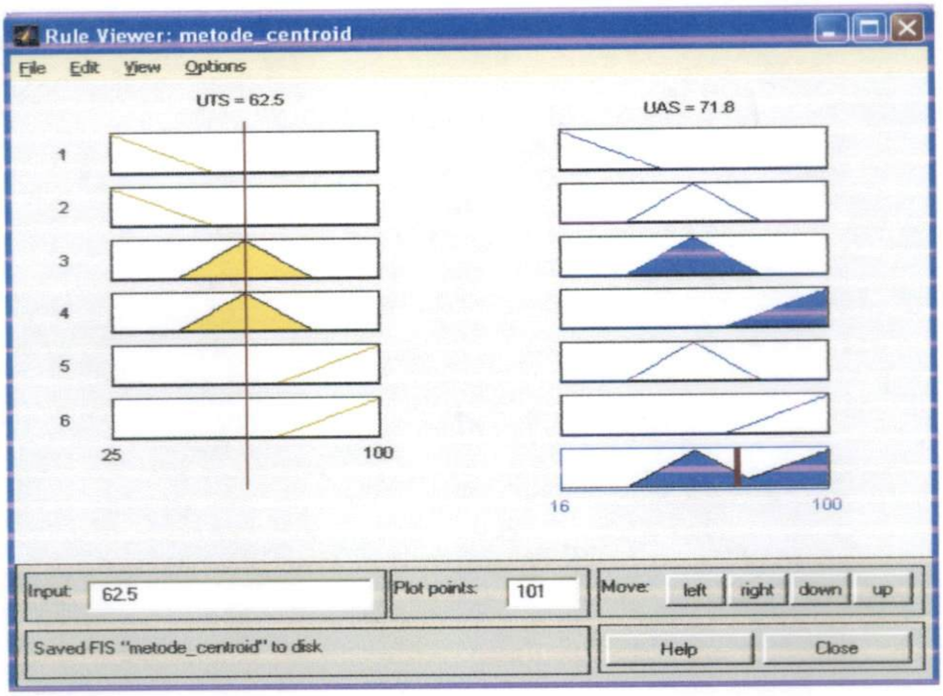
Fuzzy toolbox Matlab yaitu sebagai rule viewer seperti Gambar berikut :



Gambar 4.2.1.4.1 Aturan Fuzzy pada Fuzzy Tollbox Matlab

4.2.1.5 Pengolahan Data Menggunakan Logika Fuzzy

Berikut Gambar 4.2.1.5 sebagai salah satu tampilan hasil peramalan pengaruh nilai Ujian Tengah Semester (UTS) terhadap nilai Ujian Akhir Semester (UAS) mata kuliah statistika nonparametrik mahasiswa basic science menggunakan logika fuzzy dengan fungsi implikasi min, komposisi metode max dan *defuzzyfikasi* metode centroid.



Gambar 4.2.1.5.1 Penalaran Fuzzy dengan Metode Centroid.

Hasil peramalan pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS statistika nonparametrik mahasiswa basic science dengan menggunakan logika fuzzy dapat dilihat dari Tabel 4.2.1.5.1 berikut:

Tabel 4.2.1.5.1 Hasil Peramalan dengan Menggunakan Logika Luzzy

Mahasiswa	X	Y	Y_{Fuzzy}	Error Relatif
1	80	65	70,1	7,846
2	55	51	71,1	39,412
3	100	100	71,8	28,200
4	87	100	71,0	29,000
5	100	100	71,8	28,200
6	52	44	69,1	57,045
7	75	66	70,3	6,515
8	100	83	71,8	13,494
9	58	81	71,5	11,728
10	35	49	44,8	8,571
11	88	85	71,1	16,353
12	82	96	70,4	26,667
13	70	85	71,1	16,353
14	100	64	71,8	12,187

15	53	45	70,7	57,111
16	80	90	70,1	22,111
17	100	81	71,8	11,358
18	60	80	71,6	10,500
19	70	64	71,1	11,094
20	63	36	71,8	99,444
21	67	83	71,5	13,855
22	55	50	71,1	42,200
23	58	56	71,5	27,678
24	78	68	69,8	2,647
25	57	48	71,4	48,750
26	58	58	71,5	23,276
27	58	39	71,5	83,333
28	68	24	71,4	197,500
29	57	81	71,4	11,852
30	90	100	71,2	28,800
31	72	76	70,8	6,842
32	75	50	70,3	40,600
33	55	20	71,1	255,500
34	25	16	44,2	176,250
35	45	20	49,3	146,500

4.3 Analisis Regresi Linear Sederhana Sebagai Alat Peramalan

4.3.1 Pembentukan Model Regresi Linear Sederhana

Dugaan model regresi dari data pengaruh nilai Ujian Tengah Semester (UTS) terhadap nilai Ujian Akhir Semester (UAS) mata kuliah Statistika Nonparametrik mahasiswa Basis Science.

Model regresi berbentuk Y = a + bX + e atau Ŷ= a + bX

dimana: X = Nilai UTS

Y = Nilai UAS

Apabila menggunakan Tabel 4.3.3.1 diperoleh nilai :

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - (\sum_{i=1}^{n} X_i)(\sum_{i=1}^{n} Y_i)/n}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2/n}$$

Tabel 4.3.3.1 Hasil Data Nilai UTS dan Nilai UAS

Mahasiswa	X	Y	XY	X^2	Y^2
1	80	65	5200	6400	4225
2	55	51	2805	3025	2601
3	100	100	10000	10000	10000
4	87	100	8700	7569	10000
5	100	100	10000	10000	10000
6	52	44	2288	2704	1936
7	75	66	4950	5625	4356
8	100	83	8300	10000	6889
9	58	81	4698	3364	6561
10	35	49	1715	1225	2401
11	88	85	7480	7744	7225
12	82	96	7872	6724	9216
13	70	85	5950	4900	7225
14	100	64	6400	10000	4096
15	53	45	2385	2809	2025
16	80	90	7200	6400	8100
17	100	81	8100	10000	6561
18	60	80	4800	3600	6400
19	70	64	4480	4900	4096
20	63	36	2268	3969	1296
21	67	83	5561	4489	6889
22	55	50	2750	3025	2500
23	58	56	3248	3364	3136
24	78	68	5304	6084	4624
25	57	48	2736	3249	2304
26	58	58	3364	3364	3364
27	58	39	2262	3364	1521
28	68	24	1632	4624	576
29	57	81	4617	3249	6561
30	90	100	9000	8100	10000
31	72	76	5472	5184	5776
32	75	50	3750	5625	2500
33	55	20	1100	3025	400
34	25	16	400	625	256
35	45	20	900	2025	400
$\sum$=35	2426	2254	167687	180354	166016

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - (\sum_{i=1}^{n} X_i)(\sum_{i=1}^{n} Y_i)/n}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} X_i)^2/n}$$

$$= \frac{167687 - (2426)(2254)/35}{180354 - (2426)^2/35}$$

$$= \frac{167687 - 156234{,}4}{180354 - 168156{,}4571}$$

$$= \frac{11452{,}6}{12197{,}5429}$$

$$= 0{,}939$$

Jadi, diperoleh nilai b = 0,939

Dan nilai dari a diperoleh sebagai berikut :

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

dengan : $\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} = \frac{2254}{35} = 64{,}4$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{2426}{35} = 69{,}3143$$

Maka : $a = \bar{Y} - b\bar{X}$

$$= 64{,}4 - 0{,}939(69{,}3143)$$

$$= 64{,}4 - 65{,}086$$

$$= -0{,}686$$

Jadi diperoleh nilai a = -0,686

Sehingga dugaan model regresinya adalah sebagai berikut :

$\hat{Y}$ = -0,686 + 0,939X

Untuk setiap kenaikan X sebesar satu satuan maka nilai Y akan meningkat sebesar 0,939 satuan. Artinya jika nilai UTS naik sebesar satu satuan maka nilai UAS akan meningkat pula 0,939 satuan.

Dalam kasus ini dapat diinterpretasikan bahwa jika setiap kenaikan X sebesar satu satuan maka Y akan meningkat sebesar 0.939 satuan . Artinya jika kenaikan nilai UTS sebesar satu satuan maka nilai UAS akan meningkat pula sebesar 0,939 satuan.

Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan regresi linear secara manual dengan menggunakan *software* Minitab ternyata menghasilkan dugaan regresi yang sama. Sehingga untuk langkah selanjutnya digunakan salah satu model regresi untuk mengetahui nilai peramalan dalam setiap variabel bebasnya.

4.3.3 Pengolahan Data Menggunakan Regresi linear sederhana

Hasil peramalan pengaruh nilai UTS terhadap nilai UAS mata kuliah statistika nonparametrik mahasiswa basic science dengan menggunakan regresi linear sederhana dapat dilihat dari Tabel 4.3.2.1 berikut :

Tabel 4.3.2.1

Hasil Peramalan dengan Menggunakan Regresi Linear Sederhana

Mahasiswa	X	Y	Yregresi	Error Relatif
1	80	65	74,420	14,492
2	55	51	50,945	0,108
3	100	100	93,200	6,800
4	87	100	80,993	19,007
5	100	100	93,200	6,800
6	52	44	48,128	9,382
7	75	66	69,725	5,644
8	100	83	93,200	12,289
9	58	81	53,762	33,627
10	35	49	32,165	34,357
11	88	85	81,932	3,609
12	82	96	76,298	20,523
13	70	85	65,030	23,494
14	100	64	93,200	45,625
15	53	45	49,067	9,038

16	80	90	74,420	17,311
17	100	81	93,200	15,062
18	60	80	55,640	30,450
19	70	64	65,030	1,609
20	63	36	58,457	62,381
21	67	83	62,213	25,045
22	55	50	50,945	1,890
23	58	56	53,762	3,996
24	78	68	72,542	6,679
25	57	48	52,823	10,048
26	58	58	53,762	7,3069
27	58	39	53,762	37,851
28	68	24	63,152	163,133
29	57	81	52,823	34,786
30	90	100	83,810	16,190
31	72	76	66,908	11,963
32	75	50	69,725	39,450
33	55	20	50,945	154,725
34	25	16	22,775	42,344
35	45	20	41,555	107,775

4.4 Analisis Perbandingan Logika Fuzzy dan Regresi Linear Sederhana Sebagai Alat Peramalan

Dengan menggunakan aturan fuzzy seperti yang dituliskan pada landasan teori, maka data-data tabel diatas jika diselesaikan dengan program logika fuzzy menggunakan toolbox Matlab dan untuk hasil perhitungan regresi linear sederhana dengan hasil peramalanya berbentuk fungsi. Hasil persamaan regresi tersebut merupakan hasil eksekusi dari program yang menggunakan Minitab. Hasil peramalan dengan menggunakan kedua metode tersebut akan ditampilkan pada Tabel 4.4.1 berikut :

Tabel 4.4.1 Hasil Peramalan dengan Menggunakan Logika Fuzzy dan Regresi Linear Sederhana

Mahasiswa	Nilai Mahasiswa		Hasil Peramalan			
	X	Y	Y_{Fuzzy}	Error Relatif	$Y_{Regresi}$	Error Relatif
1	80	65	70,1	7,846	74,420	14,492
2	55	51	71,1	39,412	50,945	0,108
3	100	100	71,8	28,200	93,200	6,800
4	87	100	71,0	29,000	80,993	19,007
5	100	100	71,8	28,200	93,200	6,800
6	52	44	69,1	57,045	48,128	9,382
7	75	66	70,3	6,515	69,725	5,644
8	100	83	71,8	13,494	93,200	12,289
9	58	81	71,5	11,728	53,762	33,627
10	35	49	44,8	8,571	32,165	34,357
11	88	85	71,1	16,353	81,932	3,609
12	82	96	70,4	26,667	76,298	20,523
13	70	85	71,1	16,353	65,030	23,494
14	100	64	71,8	12,187	93,200	45,625
15	53	45	70,7	57,111	49,067	9,038
16	80	90	70,1	22,111	74,420	17,311
17	100	81	71,8	11,358	93,200	15,062
18	60	80	71,6	10,500	55,640	30,450
19	70	64	71,1	11,094	65,030	1,609
20	63	36	71,8	99,444	58,457	62,381
21	67	83	71,5	13,855	62,213	25,045
22	55	50	71,1	42,200	50,945	1,890
23	58	56	71,5	27,678	53,762	3,996
24	78	68	69,8	2,647	72,542	6,679
25	57	48	71,4	48,750	52,823	10,048
26	58	58	71,5	23,276	53,762	7,3069
27	58	39	71,5	83,333	53,762	37,851
28	68	24	71,4	197,500	63,152	163,133
29	57	81	71,4	11,852	52,823	34,786
30	90	100	71,2	28,800	83,810	16,190
31	72	76	70,8	6,842	66,908	11,963
32	75	50	70,3	40,600	69,725	39,450
33	55	20	71,1	255,500	50,945	154,725
34	25	16	44,2	176,250	22,775	42,344
35	45	20	49,3	146,500	41,555	107,775
Error relatif rata-rata				46,251		29,565

Dari Tabel 4.4.1 di atas nampak ada perbedaan hasil antara hasil dengan logika fuzzy dengan regresi linear sederhana. Rata-rata *error relative* hasil peramalan dengan logika fuzzy adalah 46,251% sedangkan dengan regresi linear sederhana rata-rata error relatifnya adalah 29,565%

Hasil peramalan dengan regresi linear sederhana lebih mendekati nilai sebenarnya dibandingkan dengan menggunakan logika fuzzy. Artinya hasil peramalan dengan regresi linear sederhana lebih baik dibandingkan dengan hasil dengan logika fuzzy. Dalam tulisan ini dapat dianalisis hal-hal yang menyebabkan logika fuzzy tidak lebih baik dari pada regresi linear sederhana adalah :

1. Data X dan Y yang terjadi sudah tetap, bukan data interval.
2. Penentuan bentuk kurva fungsi keanggotaan untuk input X dan output Y masih berupa asumsi.
3. Aturan fuzzy yang bersifat perkiraan.
4. Pemilihan defuzifikasi juga ikut berperan dalam penambahan galat (error).

BAB V

KESIMPULAN

Dari hasil analisis terhadap pengujian yang dilakukan pada peramalan dapat disimpulkan bahwa peramalan menggunakan regresi linear sederhana lebih baik karena nilai *error* relatif rata-rata kesalahan diperoleh sebesar 29,565 %. Sedangkan rata-rata *error* relatif hasil peramalan dengan logika fuzzy adalah 46,251%.

Dalam melakukan analisis peramalan yang lebih baik, maka lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Jika data-data input dan output sudah tetap maka untuk melakukan peramalan, lebih baik menggunakan analisis regresi.
2. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka data-data input dan output harus merupakan data interval yang nilainya bukan nilai tetap.
3. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka penentuan bentuk kurva fungsi keanggotaan harus mendekati kurva yang sebenarnya.
4. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika logika fuzzy, maka aturan fuzzy dan pemilihan *defuzzyfikas*i harus tepat.
5. Hasil kajian ini dapat digunakan untuk bahan rujukan untuk para pengguna logika fuzzy sebelum mengaplikasikan logika fuzzy.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Kusumadewi, S. Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Jogjakarta: Graha Ilmu.

[2]. Munir, Rinaldi. 2005. *Matematika Diskrit Edisi Ketiga*. ITB Bandung.

[3]. Naba, Agus. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Malang : Deli Publishing.

[4]. Robert dan James. 1989. *Pinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Geometrik*. Jakarta : PT Gramedia.

[5]. Supranto. 1988. *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.

[6]. Supriyono. 2007. *Analisis Perbandingan Logika Fuzzy dengan Regresi Berganda Sebagai Alat Peramalan*. Yogyakarta.

[7]. Usman, M. Warsono. 2009. *Teori Model Linear dan Aplikasi*. Bandung : Sinar Baru Algensindo.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengaruh Nilai UTS Terhadap Nilai UAS Statistika Nonparametrik Mahasiswa Basic Science

Mahasiswa	X	Y
1	80	65
2	55	51
3	100	100
4	87	100
5	100	100
6	52	44
7	75	66
8	100	83
9	58	81
10	35	49
11	88	85
12	82	96
13	70	85
14	100	64
15	53	45
16	80	90
17	100	81
18	60	80
19	70	64
20	63	36
21	67	83
22	55	50
23	58	56
24	78	68
25	57	48

26	58	58
27	58	39
28	68	24
29	57	81
30	90	100
31	72	76
32	75	50
33	55	20
34	25	16
35	45	20
Rata-rata	69.3143	64.4
Nilai Maksimum	100	100
Nilai Minimum	25	16

Lampiran 2. Hasil Eksekusi Regresi Linear Sederhana dengan Program Minitab

Regression Analysis: Y versus X

```
The regression equation is

Y = - 0.7 + 0.939 X

Predictor     Coef  SE Coef      T      P

Constant     -0.68    11.37  -0.06  0.953

X           0.9389   0.1584   5.93  0.000

S = 17.4991   R-Sq = 51.6%   R-Sq(adj) = 50.1%

Analysis of Variance

Source          DF     SS     MS      F      P

Regression       1  10753  10753  35.12  0.000

Residual Error  33  10105    306

Total           34  20858

Unusual Observations

Obs   X      Y    Fit  SE Fit  Residual  St Resid

 28  68  24.00  63.17    2.97    -39.17    -2.27R

 34  25  16.00  22.79    7.62     -6.79    -0.43 X

R denotes an observation with a large standardized residual.
```

Lampiran 3. Hasil Pengolahan Data Nilai UTS dan Nilai UAS dengan Menggunakan Matlab

```
[System]
Name='nilai'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=1
NumOutputs=1
NumRules=6
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='UTS'
Range=[25 100]
NumMFs=3
MF1='standar':'trimf',[43.75 62.5 81.25]
MF2='rendah':'trimf',[-3.125 25 53.125]
MF3='tinggi':'trimf',[71.875 100 128.125]

[Output1]
Name='UAS'
Range=[16 100]
NumMFs=3
MF1='normal':'trimf',[37 58 79]
MF2='minimum':'trimf',[-15.5 16 47.5]
MF3='maksimum':'trimf',[68.5 100 131.5]

[Rules]
2, 2 (1) : 2
2, 1 (1) : 2
1, 1 (1) : 2
1, 3 (1) : 2
3, 1 (1) : 2
3, 3 (1) : 2
```